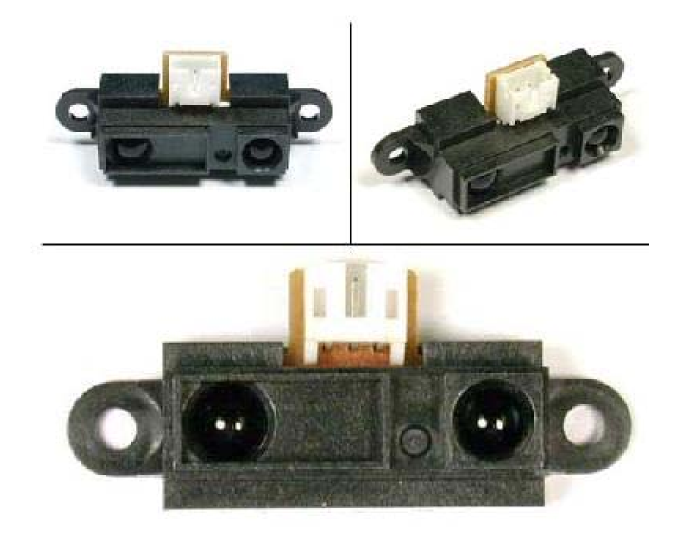
寻红外测距模块用手册

红外测距模块

GP2D12 使用说明书

V1.0 – 2008.3



北京亿学通电子
北京海淀上地七街国际创业园2号院C座812
TEL: 86-10-62669059 *E-mail:fae_61mcu@163.com* *http://www.61mcu.com*

GP2D12红外测距传感器使用介绍

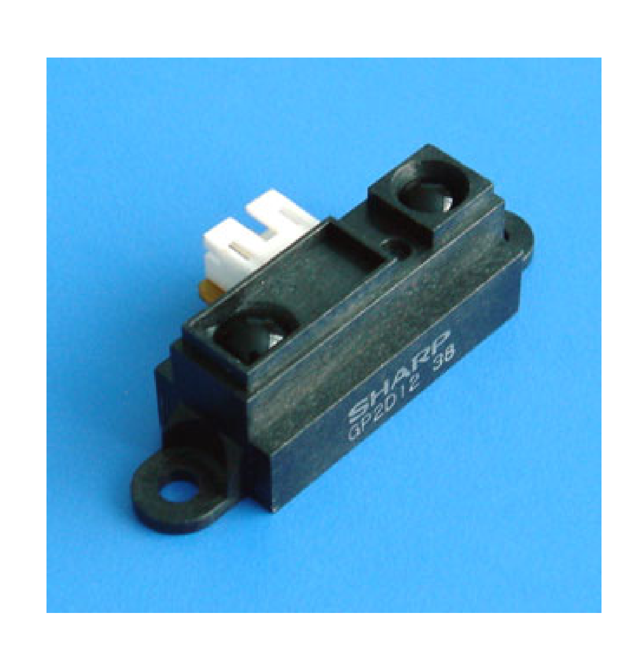
机器视觉中最接近人眼的莫过于摄像头了，可图像处理小车的“大脑”对付不了，至少目前的“大脑”能力不够，等进化后也许能够应付。

为了能“看到”障碍物，小车目前能用的主要是各类测距传感器，典型的有超声波和红外两种，此外还有利用光线的反射强弱来判断的，这种方式不具备“测距”功能，但可以判断有无！因为不同物体表面及颜色反射的能力不同（看后面的数据）。

本文主要讨论的是机器人中最常用的红外测距传感器 —— GP2D12。

一、“看到”障碍物的眼睛 —— 红外测距传感器

首先认识一下：



之所以选择 GP2D12 红外测距传感器，理由如下：

首先是因为在机器人活动中（不包含工业机器人）这个传感器最常用，几乎每家国外的

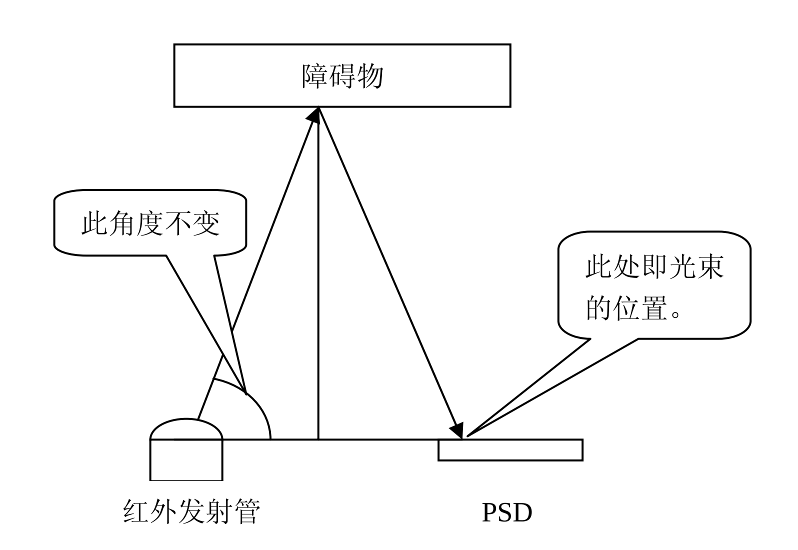
机器人配件供应商都提供。使用 Google 英文版搜索一下“MiniSumo”，你将会发现 GP2D12 使用是多么普遍。

其二是因为它的测距范围和小车的“个头”及运动速度匹配，对于 10cm 见方、运动速度 10 – 30cm/s 的小个头，能“看到”几米开外的东西意义不大，而 10 – 80cm 正是它所要关注的范围。

GP2D12 的工作原理我理解为（仅供参考，欢迎指正）：

它是由一个红外发射管和一个 PSD（Position Sensing Device 位置敏感检测装置）以及相应的计算电路构成，Sharp 公司的 PSD 很有特色，它可以检测到光点落在它上面的微小位移，分辨率达微米，GP2D12 正是利用这个特性实现了几何方式测距。

红外发射管发出的光束，遇到障碍物反射回来，落在 PSD 上，构成了一个等腰三角形，借助于 PSD 可以测得三角形的底，而两个底角是固定的，由发射管确定，此时便可通过底边推算出高，也就是我们所要的距离。如下图所示：



从图中可以看出，这是一个顶角极锐的等腰三角形，底边只有 2cm ，高却要有 10 – 80cm，所以 PSD 的分辨率必须极高，否则微小的偏差都会带来距离的巨大误差。从这一点

也可以得出，它的测距结果很难稳定、精确，毕竟比值太大。

因为 PSD 的尺寸有限，从图中就很容易理解为何它的测量距离超出范围后就不可能是有效数据，连趋势都得不到。

从上述原理描述还可以知道，它不是连续测量，得到底边长度后，必须经过计算才能得到距离值，然后转换为模拟信号输出。

这两个推论在那篇"Sharp GP2D12 applicationNote"（应用指南）有所印证，具体表现为它测距的强指向性和输出的不确定性（噪音高达 200mV，相对于 2.4V 的满量程输出而言达 5%）。 这篇文章好像是国外一个爱好者写的，他做了大量的测试，对使用者掌握 GP2D12 的性能及合理的使用它极有帮助。

此文二年前下载于 www.acroname.com （这是一个很不错的机器人网站），如果找不到，可到 http://www.embedream.com/bbx/cgq/2007-05-10/4.html 下载。

Sharp GP2D12 **的主要技术参数如下**：（摘自上述应用指南）

Range 范围:	10 to 80cm
Update frequency / period 刷新频率/周期:	25Hz / 40ms
Direction of the measured distance 测距方向性:	Very directional, due to the IR LED
Max admissible angle on flat surface 最大允许角度:	> 40°
Power supply voltage 电源电压:	4.5 to 5.5V
Noise on the analog output 模拟输出噪音:	< 200mV
Mean consumption 平均功耗:	35mA
Peak consumption 峰值功耗:	about 200mA

总有人问 GP2D12 是否能用于某些场合？如果能仔细吃透上述指标，自然会有答案。还有人问它与超声波传感器那个好，我想这些指标也会告诉你！

至于更详细的内容，读者可进一步阅读 GP2D12 的数据手册以及上面介绍的应用指南，在此我就不再赘述。

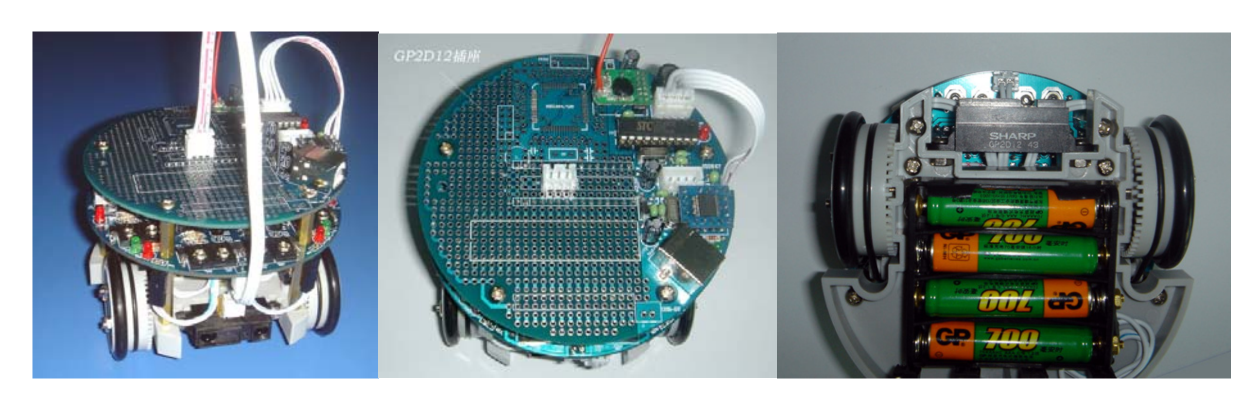
二、GP2D12 的使用

从手册上可知，GP2D12 的输出为 0.4V – 2.4V 模拟信号，对应 80 – 10 cm 距离，输出与距离间的关系成反比，且为非线性。

要使用它，首先必须具有 AD 转换，这点圆梦小车具备，且十分适合，因为圆梦小车的 MCU 供电电压为 3.3V，其内带的 AD 满量程也为 3.3V，对于 2.4V 的 GP2D12 输出信号，利用率较高（如果 AD 是 5V 满量程，也许要考虑增加一级放大）。

而且小车使用 4 节充电电池供电，4 节串联为 4.8 – 5V，正好满足 GP2D12 的 4.5-5.5V 供电要求（**注意：千万不要使用普通电池供电**，因为普通电池的电压为 1.5V，新的通常有 1.6V，4 节串联将达 6.4V，**有可能损坏 GP2D12**！此外，普通电池的电压不稳定，内阻随使用逐渐增大，导致静态时电压还凑合，电机一转小车就复位）。

圆梦小车设计时在底盘上预留了 GP2D12 的安装位置，并在扩展板上预留了 GP2D12 的接口，购买 GP2D12 时还提供了连线和插座，用户只需将插座焊在扩展板预留位置即可方便使用。



此时，GP2D12 接入 STC12LE5412AD 的 P1.4 脚，即内部 AD 的第四通道。

在硬件上，没有太多的难度，但是要用好 GP2D12，软件上似乎要做些努力，必须解决的有两个问题：

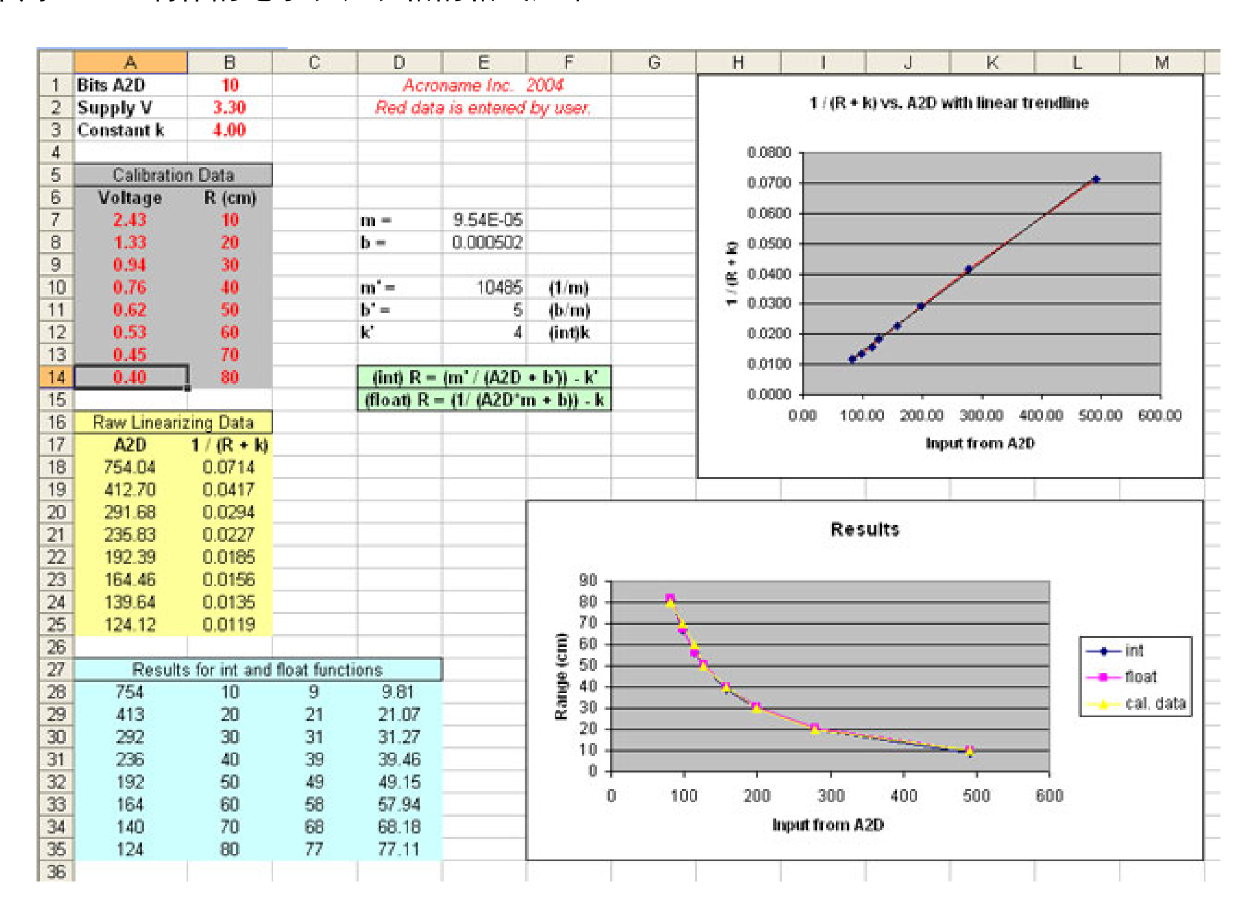
一是信号的**线性化**，因为输出与距离的关系是非线性的，为便于程序中使用距离信息，必须将模拟信号转换为相应得距离值。

二是**滤波**，因为按照上述应用指南的测量分析，GP2D12 的输出噪声很大；此外，还由于测量的非连续性，导致连续的距离变化对应的输出为阶跃信号，也需要通过滤波将其平滑。

2.1 线性化

关于线性化，开始时我也一筹莫展，曾想用折线近似实现，但尝试后觉得代码量太大，而且需要做大量数据采集。

后来在 www.acroname.com 网站上（二年前），发现了一个极好的“东东” —— 一个用 Excel 制作的电子表，表格的格式如下：



Acroname Inc. 2004
Red data is entered by user.

Bits A2D	10
Supply V	3.30
Constant k	4.00

Calibration Data

Voltage	R (cm)
2.43	10
1.33	20
0.94	30
0.76	40
0.62	50
0.53	60
0.45	70
0.40	80

m =	9.54E-05	
b =	0.000502	
m' =	10485	(1/m)
b' =	5	(b/m)
k'	4	(int)k

(int) R = (m' / (A2D + b')) - k'
(float) R = (1/ (A2D*m + b)) - k

Raw Linearizing Data

A2D	1 / (R + k)
754.04	0.0714
412.70	0.0417
291.68	0.0294
235.83	0.0227
192.39	0.0185
164.46	0.0156
139.64	0.0135
124.12	0.0119

Results for int and float functions

754	10	9	9.81
413	20	21	21.07
292	30	31	31.27
236	40	39	39.46
192	50	49	49.15
164	60	58	57.94
140	70	68	68.18
124	80	77	77.11

里面有作者根据 GP2D12 特性建立的数学模型（线性化公式），并预留的使用者输入参数的地方，只需按其要求填入：

AD 的位数、AD 供电电压（满量程），并采集 8 点（10cm 间隔）GP2D12 的输出电压，填入表中，它就可自动生成线性化公式的参数，提供了整形和浮点两种格式，还附有由此产生的结果与实际的偏差表，并用生动的图形表示，十分直观、实用。

此表可在 www.embedream.com 的相关资料中下载，本该提供它的原始链接，无奈现在没有了，只找到了一个类似的文档 — Sharp IR Range Finder Voltage-to-Range Conversion Article 其链接为：http://www.acroname.com/robotics/info/articles/irlinear/irlinear.html。内容也是讨论线性化的，读者不妨一读。配合此文也许更容易理解使用那张 Excel 表格。

本文所附的示范程序就是根据上表的系数计算的，表中，由我确定的数据有：

Bits A2D （AD 转换的位数） —— 10

SupplyV （供电电压） —— 3.30

以及 Caliberation Data （校验数据）中的 8 个电压值。

我所使用的是整形公式，需要三个参数：m’ 、 b’ 、k’

计算公式为：

（int）R（距离） = （m’ /（A2D（AD 转换的结果）+ b’ ））- k’

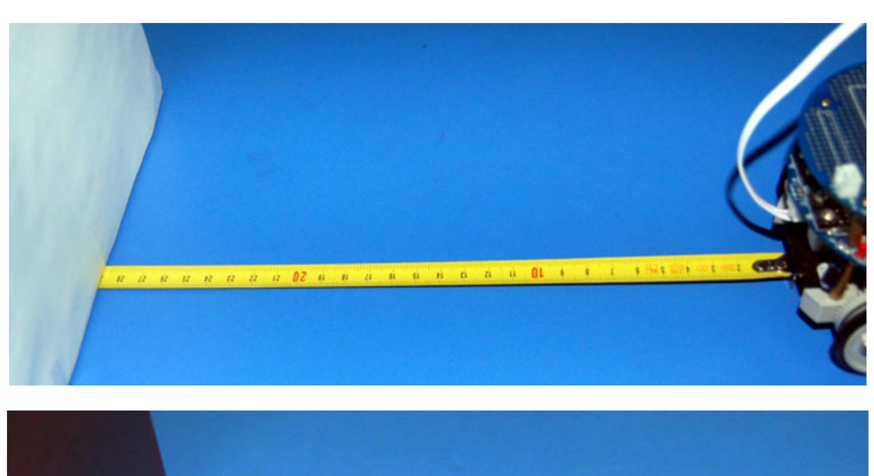
程序中的处理十分简单：

```
// 线性化转换，得到距离值，其中 B_C 即 b’ ，M_C 即 m’ ，K_C 即 k’
uiResult = uiResult + B_C;
uiResult = M_C/uiResult - K_C;                    // 得到距离值
```

根据上述公式及程序得到的结果如下：

GP2D12 不同颜色测距结果对比		
距离	白纸	褐色木盒
cm	cm	cm
10	9	9
20	20	21
30	30	30
40	40	38
50	50	48
60	63	65
70	68	76
80	77	80

第一列为实际距离，第二列障碍物表面为白纸，第三列障碍物为褐色木盒，读者可比照 Excel 表中的数据，可以看出基本吻合。同时还可以从上面数据中看出，GP2D12 确实如其手册中所说，基本不受障碍物的颜色影响。





还可以得出结论：用其作为精确的距离测量不妥！

2.2 滤波

滤波主要解决两个问题，一是在 GP2D12 恒定输出阶段，按应用指南的分析，有不小的噪声，需要通过滤波消除。

二是由于其非连续测量的特性，导致其测量连续变化的距离时，输出是阶跃形式的，这对程序判断极为不利，为了弱化这个影响，也期望通过滤波实现。

根据 GP2D12 的手册，其测量周期为 40ms 左右（38ms），综合小车单片机的内存及处理需求，采用 5ms 采样一次，取最近 8 次的结果平均值的滤波方式，也就是说，一个测量周期采 8 个数据平均。

这样处理可以降低噪声的影响，这点容易理解。至于弱化阶跃信号，不知读者是否认同？

我是这样考虑：在出现阶跃信号时，8 个数据中随着时间推移，新的信号所占的权重不断加大，使得信号逐渐从前一个信号平缓的过渡到新的信号上。但是这样处理，导致了距离信号反映滞后，要到下一个信号快到时，本次的输出才接近本次的信号。就这一点而言，似乎有些不尽合理，有待读者深入探讨。

按此方式所编的小车程序为：YM1_Prog_6.C，对应写了 PC 程序，可读出 8 次采样数据和平均值，上面所示的结果就是由此程序产生的。

注意，此篇中的 AD 使用了 10 位精度，读者可比照一下上一篇轨迹采样的 AD 数据采集，看区别何在？

三、如何“看到”障碍物

为了演示一下距离信号的作用，我尝试做了一个简单的功能：让小车与障碍物保持一定距离。

因为前面做过小车走直线的例子，此次就在走直线的基础上做改动，小车发现距离近了

就向后直行，反之向前直行。

对应的小车程序为：YM1_Prog_6A.C。

控制还是使用 PC，按照前面添加“走轨迹”的方式，在下拉选项中增加了一项：**保持距离**，同时添加了一个距离值输入。具体看下面关于 PC 程序的描述。

程序的运行效果见所附视频，读者从中可以发现什么？造成的原因又是什么？我想学过自动控制的一定知道！本篇的目的是介绍如何使用 GP2D12，这方面的内容就不展开了。

四、PC 机侧程序的相应改进

为配合测距功能的测试，PC 机侧需要增加：

- 距离数据的读取
- 应用功能的控制

距离数据的读取方式和轨迹采样数据类似，为了便于一次读取，还是将平均值和 8 次采样值放在一个数组中，一次将 9 个数据读出，程序的修改与轨迹部分类似。

应用功能的控制增加方式也与轨迹相同，只是由于保持距离值的设置需要，添加了一个输入框。

同样，为此扩充了一个命令：

保持距离

命令字 —— 0x06

数据域 —— 保持的距离（2 字节） PWM 基准值（2 字节，先低后高）

其中“保持的距离”为小车与障碍物间的距离值，单位 cm，PWM 基准值为小车移动的电机驱动值。

返回数据帧：

帧头 发送方地址 自己的地址 帧长 命令 校验和

修改后的 PC 界面：

TalkToCar
选择串口： COM4
命令返回： 成功
读内存
数据地址HEX
读回数据： 0 读数据
写入数据： 0 写数据
电机 PWM 控制
PWM值 控制状态
左侧电机 0
右侧电机 0
双电机惰行 双电机刹车 PWM 输出
轨迹采样调试
采样值地址：（HEX）
采样值
1（左） 0
2 0
3 0
4（右） 0
逻辑值： 0
读取
距离采样调试
距离值地址：（HEX） 100
最近 8 次值：
21 22
22 22
22 21
22 21
平均值： 21
读取
走直线、轨迹、保持距离
运动模式： 保持距离
运动方向： 前进
行走脉冲定值： 0
基准 PWM 值： 140
保持距离值： 24
启动
确定 退出

通过这一系列的 PC 程序修改添加过程，如果读者确实自己去体验过，一定会发现 PC 机辅助调试的好处，实际上是为你提供了一个“智能终端”，而且是由你掌控的，大大弥补了嵌入式控制系统的不直观性，使你更容易理解它、观察它，在此基础上才有可能去优化它。

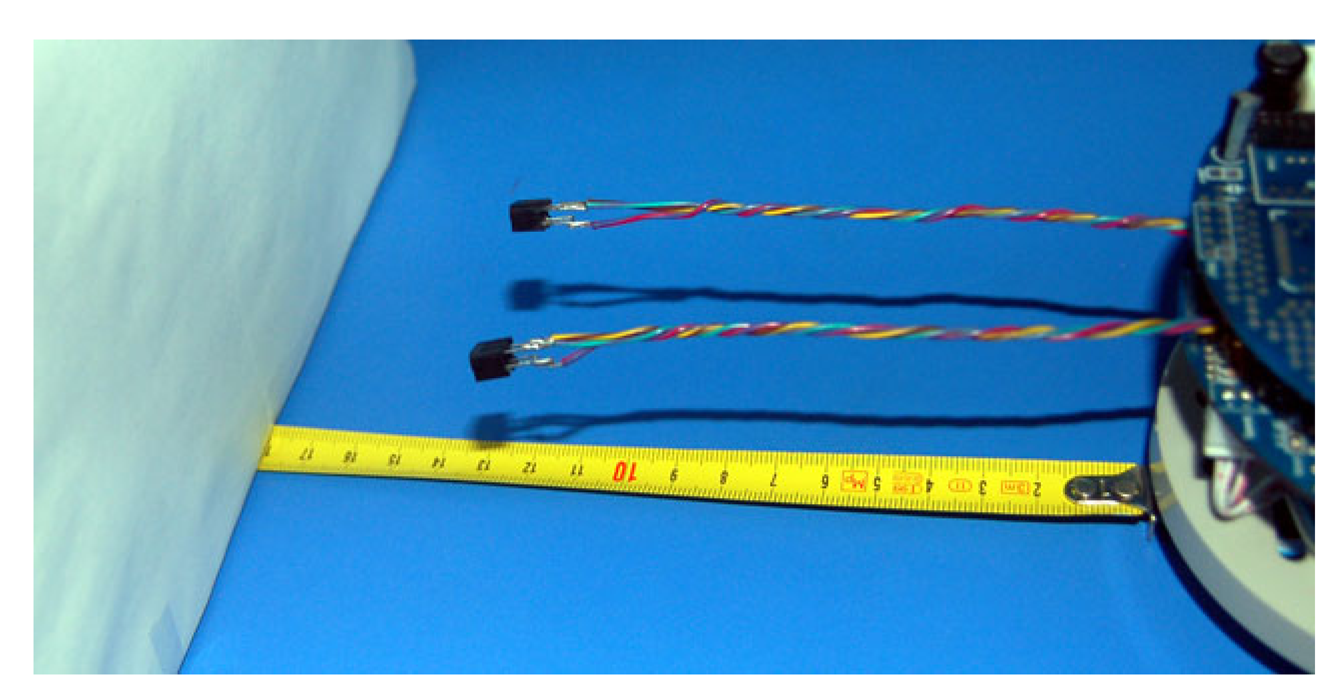
五、一个价廉的替代方案

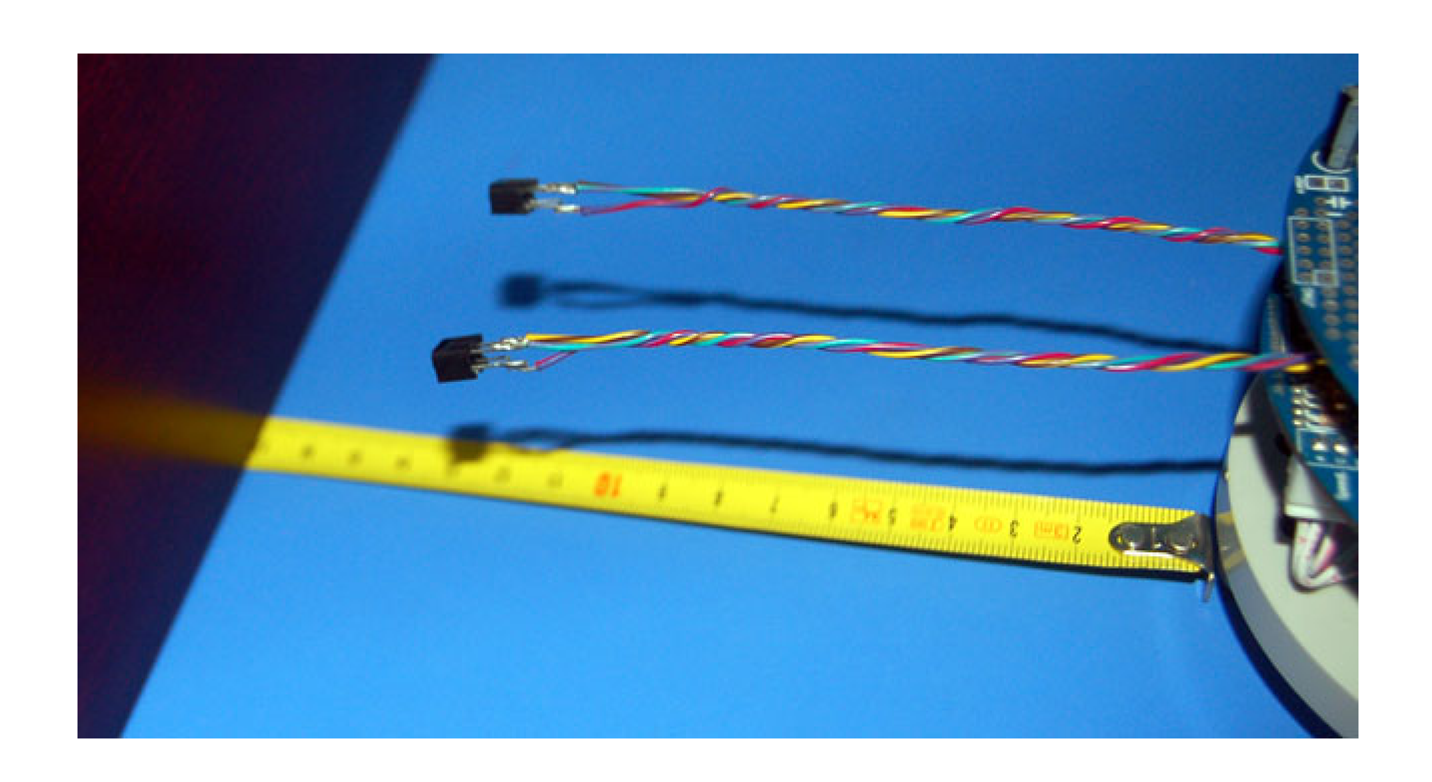
使用 GP2D12 作为检测障碍物的传感器确实可行，而且也方便，尽管其性能并非完美，但毕竟达到了测距的目的，对于大多数机器人活动而言，是足以应付的。

唯一的不足是：对应目前国内的消费水平，对于圆梦小车主要的使用对象 —— 大学生而言似乎有些“奢侈”，虽然在国外网站上将其称为“Low Cost Sensor”，可我们的国情还不足以支撑，特别是目前正在兴起的“IEEE 电脑鼠”比赛（规则见附件），如要使用 GP2D12，

则可能要用 3 个，这将是一笔不小的开支，为此，我尝试测试了一下小车所带的轨迹传感器是否可以使用，因为需要检测的距离比较远（轨迹检测只需 5mm），所以将红外发射管的限流电阻从 1k 改为 510 欧，以期加大发射电流。

测量方式如下：（两个 GP330，一个限流电阻 510 欧，一个 1k）





测试结果如下：

距离与A/D输出值

A/D

	1	2	3	4	5	7	9	11	13	15	20	25	30	50
白色510	255	185	122	68	57	32	20	15	12	10	6	5	3	2
白色1k	97	57	35	23	23	23	19	15	12	10	6	4	3	2
褐色510	201	117	64	39	23	13	9	7	5	4	4	3	3	2
褐色1k	61	32	17	12	11	11	8	7	5	4	3	2	2	1

距离

从上述结果可以看出，在距离小于 10cm 范围内，使用 510 欧的检测是可以用的，虽然颜色不同结果差异较大，但是对于 IEEE 电脑鼠比赛而言，因为其规则规定了墙壁的颜色（白色），所以可以忽略此因素，而其过道的净尺寸约为 16.8cm，配合小车的尺寸（10cm 直径），两边距离为 0 – 7 cm ，正好是上图所示的最佳测量范围，所以完全可以尝试使用。

还有一个附带的想法：因为 GP2D12 的测距在小于 10cm 时将进入盲区，此时也可尝试用 GP330 与之互补，将 10cm 以下的盲区消除。

六、结语

至此，已将圆梦小车设计上所涉及的硬件使用全部介绍完毕，有什么不妥之处望读者不吝赐教。

在前五篇的反馈中，有一类声音最让我“郁闷”：我把你的程序下载了，怎么没有反应？我从一到五的程序都下载了，它们能干什么？

我写此系列文章的初衷是为了避免大家走弯路，但不是替大家走路，何谓“DIY”？是自己去做！我所**期望的方式**是：

读者先按自己的想法去尝试解决文中所提的任务，如遇到问题，再按照我写的方法去做，然后基于自己的消化提出相关的进阶任务，再用自己所想的方法解决之，循序渐进。

关于这个问题，将另辟话题讨论。

StepbyStep 系列暂告一段落，下面如要继续，则是基于“圆梦小车”平台的个性化拓展，如各类特殊传感器在上面的应用，其它 MCU 取代后的效果；以及从软件角度的延伸：如何改进控制的效果，如何通过使用 RTOS 提高程序的可靠性等等。

还望大家参与，共同在这个过程中提高自己的能力，一方面获得其中的成就感，另一方面为自己的前途增添砝码。

谢谢大家！

Hanker

2007 年 8 月 28 日星期二

附件：

1、 测距传感器 GP2D12 应用示范程序及视频

包含：小车上的程序 YM1_Prog_6.C 及 YM1_Prog_6A.C，

PC 机侧程序 TalktoCar

测距应用视频

2、 2006 IEEE 电脑鼠竞赛规则（英文）.doc

3、 2006 IEEE 电脑鼠竞赛规则（中文）.doc

注：在寻找上述文章的原始链接时，发现了一篇关于 GP2D12 测量原理的文章，他的理解与我相同，读者不妨看一下：

http://www.acroname.com/robotics/info/articles/sharp/sharp.html

参考资料：

1、 GP2D12 红外距离检测.pdf

2、 Sharp GP2D12 applicationNote.mht （下载自 www.acroname.com）

3、 http://www.acroname.com/robotics/parts/R48-IR12.html 中查找。

4、 2006 IEEE 电脑鼠竞赛规则（中文）.doc

5、 STC12LE5410AD 数据手册